



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 43 07 839.7
22 Anmeldetag: 12. 3. 93
43 Offenlegungstag: 15. 9. 94



Ac: 1, 13

Fig. 1

1 A 638 703 DE
DE 43 07 839 A 1

71 Anmelder:

Rieter Ingolstadt Spinnereimaschinenbau AG, 85055
Ingolstadt, DE

72 Erfinder:

Denz, Peter, 8899 Hohenwart, DE

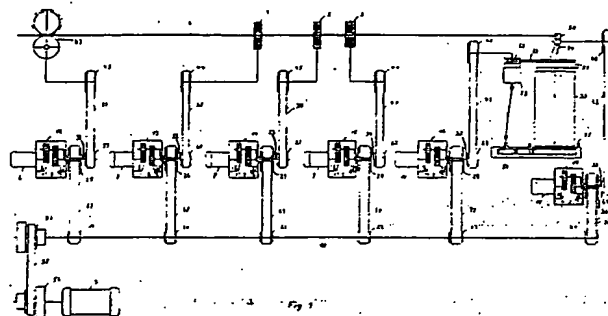
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	37 06 513 C2
DE	29 41 612 C2
DE	38 27 693 A1
DE	36 21 520 A1
US	34 16 051
EP	04 11 379 A1
EP	03 76 002 A1

54 Verfahren und Vorrichtung zur automatischen Einstellung der Drehzahlverhältnisse an einer Strecke

57 Verfahren und Vorrichtung zur automatischen Einstellung der Drehzahlverhältnisse an einer Strecke, betreffend die Einstellung der für den Verzug erforderlichen Drehzahlverhältnisse zwischen den Walzenpaaren einer Strecke sowie angrenzenden Arbeitsorganen wie der Eingangs-Tastrolle oder dem Drehteller bzw. Kannenteller.

Aufgabe der Erfindung ist es, für ein Streckwerk einen Antrieb einzusetzen, der kostengünstiger ist und zugleich eine höhere Automation und Präzision zur Einstellung der Drehzahlverhältnisse erreicht. Die gesamte Antriebsleistung gegenüber den Walzenpaaren einer Strecke bzw. dem Drehteller und Kannenteller ist zwischen einem Hauptmotor 5 und mehreren Steuer-Servomotoren 6, 7, 8, 9, 10, 11 partiell aufgeteilt. Die Aufteilung der Antriebsleistung erfolgt so, daß der Hauptmotor eine konstante Antriebsleistung liefert, die den größeren Anteil der gesamten Antriebsleistung darstellt. Alle Steuer-Servomotoren, die wählbar veränderliche Antriebsleistung erbringen, erbringen zusammen den geringeren Anteil der gesamten Antriebsleistung. Vorrichtungsgemäß ist die mechanische Getriebekopplung aller Walzenpaare untereinander zugleich gekoppelt mit Einzelantrieben für alle Walzenpaare.



DE 43 07 839 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die Erfindung betrifft die Einstellung der für den Verzug erforderlichen Drehzahlverhältnisse zwischen den Walzenpaaren einer Strecke. Die Gewährleistung der Drehzahlverhältnisse erfolgt maßgeblich durch den Antrieb und die Transmission gegenüber den Walzenpaaren der Strecke. Die Strecke dient dabei dem Verziehen und Strecken textilen Faserbandes.

Die gebräuchlichsten Streckwerke bestehen in der Regel aus mehreren Walzenpaaren zwischen denen das textile Band hindurch gefördert wird. Kennzeichnend ist, daß die häufigsten Streckwerke so viel Walzenpaare haben, daß mindestens ein Vorverzugsfeld und ein Hauptverzugsfeld gebildet werden. Der Antrieb der Walzenpaare erfolgt mit der jeweiligen Unterwalze. Dem Streckwerk vorgelagert ist ein Tastwalzenpaar und nachgelagert ist ein Kalandervalzenpaar.

Die ursprüngliche Form des Antriebs für ein Streckwerk bestand in einem Hauptmotor, wobei die Drehzahlverhältnisse der einzelnen Walzenpaare zueinander über ein zwischengeschaltetes Getriebe (Transmission) erzielt wurden. Die Drehzahlverhältnisse zwischen allen Walzenpaaren waren somit starr eingestellt und konnten nur durch Austausch der Wechselläder des Getriebes verändert werden.

Eine Weiterentwicklung des Antriebes eines Streckwerkes beschreibt die EP 376 002 für ein Streckwerk mit 3 Walzenpaaren.

Unter Antrieb sei deshalb nachfolgend die Einheit von Motor und Transmission zu verstehen. Infolge einer veränderten Banddicke wird das Drehzahlverhältnis zwischen Mittelwalze und Lieferwalze geändert, d. h. der Hauptverzug wird geändert und somit der veränderten Banddicke angepaßt.

Die Vorrichtung hat den entscheidenden Nachteil, daß Störungen wie z. B. energetischer Netzausfall oder auch Störungen in der Transmission zwischen Hauptmotor und Mittelwalzen bzw. Eingangswalzen zu einer Abweichung im nachfolgenden Drehzahlverhältnis zwischen Mittelwalze und Lieferwalze führen. Diese Störungen des Drehzahlverhältnisses können nicht vermieden werden. Länger dauernde Laststöße beispielsweise am Eingangswalzenpaar, ausgelöst durch kurze Dickstellen im Fasermaterial, stören die Synchronität des benannten Drehzahlverhältnisses, da sich die Rückwirkungen nicht auf alle Walzenpaare gleichmäßig auswirken, sondern nur auf das Mittel- und das Eingangswalzenpaar beschränkt bleiben.

Weiterhin wirkt sich nachteilig aus, daß keine drehwinkelgetreue Positionsregelung zwischen Lieferwalzenpaar und Mittelwalzenpaar besteht. Dieser Nachteil wirkt sich bei der Stillsetzung des Streckwerkes aus. Es kommt bei der Stillsetzung des Streckwerkes zu Asynchronitäten im Drehzahlverhältnis zwischen Lieferwalzen und Mittelwalzen bedingt durch die Trägheitsmasse des Getriebes, die die Mittelwalze gegenüber den Lieferwalzen verdreht. Bei den heutigen, sehr schnell laufenden Streckwerken fällt dieser Gesichtspunkt bezüglich der produzierten Längen an Faserband ins Gewicht.

Eine andere, gegenläufige Entwicklung für den Antrieb von Streckwerken ist gekennzeichnet durch den Einsatz einer "elektrischen Welle" im Streckwerk. Eine charakteristische Lösung für den Einsatz der "elektrischen Welle" ist die DE-OS 29 41 612. Jedes Walzenpaar wird durch einen einzelnen Antrieb direkt angetrieben. Mechanische Getriebe zwischen den Walzenpaaren existieren nicht.

Aufbauend auf diesen Grundgedanken geht die Lösung nach EP 411 379 davon aus, gleichartige Einzelantriebe zu Antriebsgruppen zusammenzufassen. Es existieren somit separate, zueinander unabhängige Antriebsgruppen. Für jede unabhängige Antriebsgruppe eines Verzugsbereiches oder nach Bedarf auch eines Förder- oder Transportabschnittes oder anderer prozeßmäßig gekoppelter Arbeitsstationen ist je ein Einzelantrieb vorzusehen. Das Prinzip der "elektrischen Welle" ist beibehalten. Durch den Einsatz drehwinkelgetreuer Positionsregler soll die Präzision der Antriebe verbessert werden.

Dabei ist es nachteilig, daß die einzusetzenden Servomotoren eine hohe elektrische Leistung bei hoher Drehzahlpräzision haben müssen und deshalb sehr teuer sind.

Mit der technischen Lösung nach EP 411 379 wird vorteilhafterweise erreicht, daß durch die Gliederung in eine Haupt- und mindestens eine Hilfsregelung die zentrale Rechneinheit entlastet wird und die Gefahr des Auftretens grober Spitzen bei der Hauptregelung reduziert wird (EP 411 379, 5. Spalte, 27. — 31. Zeile). Die Lösung kann jedoch nicht verhindern, daß die Antriebsmotore für einzelne Antriebsgruppen untereinander im Drehzahlverhältnis abweichen können. Ursache können z. B. sprunghaft auftretende Fehler im textilen Faserband sein. Die EP 411 379 schlägt deshalb vor, Kontrollverbindungen zwischen den Hilfsreglern zu installieren, um Abweichungen im Drehzahlverhältnis einzelner Antriebsmotoren untereinander erfassen und korrigieren zu können.

Die Lösung nach EP 411 379 ist letztlich sehr kostenaufwendig und teuer, da jeder Einzelantrieb sehr präzise arbeiten muß. Berücksichtigt man die erforderliche, mechanisch abzugebende Leistung, die Größe der Motoren und deren Leistungselektronik, so wird deutlich, daß zusätzliche Probleme hinsichtlich Platzbedarf und spinnsaalgerechter Kühlung der Leistungselektronik auftreten. Betrachtet man die dynamische Seite der Einzelantriebe, so ist verständlich, daß bei schnellen Lastwechseln oder Laststößen z. B. durch einlaufende Dickstellen des Faserbandes, die Aufrechterhaltung der exakten Drehzahlverhältnisse bzw. Verhinderung von kurzen Drehzahleinbrüchen durch diese Momentanspitzen sehr schwierig ist, wenn teilweise überhaupt nicht machbar ist. Um diese Drehzahleinbrüche mit dem erforderlichen Drehmoment rasch und wirkungsvoll ausgleichen zu können, werden die elektrischen Antriebsmotoren vielfach bezüglich ihres Leistungsbedarfs überdimensioniert.

Einzelantriebe bei dieser "elektrischen Welle" haben bezüglich einer Regelung weiterhin den Nachteil, daß Sollwert-Abweichungen unterschiedliches Gewicht haben. Die Korrektur kleiner Betragsabweichungen beim Sollwert erfordert den Einsatz eines hochwertigen Servoregler im Gegensatz zur Korrektur großer Betragsabweichungen beim Sollwert.

Die Verwirklichung eines Grundverzuges z. B. eines 8-fachen entspricht einem Drehzahlverhältnis zweier Streckwerkswellen von 800 %. Der Sollwert des Umrichters des langsam laufenden Motors ist also nur 1/8 des Sollwertes eines Führungsantriebes. Da sich die Regelgenauigkeit von Antrieben immer auf full scale bezieht, ist in diesem Fall die Genauigkeit des Folgeantriebes nur 1/8 des Führungsantriebes. Damit die Regelgenauigkeit hier nicht erheblich leidet, muß ein teurer Antrieb eingesetzt werden, der eine erheblich höhere Genauigkeit (8fache) hat als preiswerte Standardantriebe.

Nachteilig ist auch folgender Sachverhalt:

Prozentuale Verzugsänderungen haben eine Änderung des Stellsignales zur Folge, d. h. ein feiner Verzug hat als Äquivalent ein sehr kleines Stellsignal zur Folge. Das ist ein Problem, denn die Genauigkeit der Synchronisation der Drehzahlverhältnisse leidet bei Verwendung sehr kleiner Signalgrößen für das Stellsignal.

Aufgabe der Erfindung ist es, für ein Streckwerk einen Antrieb einzusetzen, der kostengünstiger ist und zugleich eine höhere Automation und Präzision zur Einstellung der Drehzahlverhältnisse erreicht.

Ein wesentliches Merkmal des Verfahrens ist es, daß die zu den Streckwerkswalzen übertragene Antriebsleistung eine aus 2 partiell bereitgestellten Antriebsleistung ist, wobei eine der Antriebsleistungen konstant geliefert wird und die anderen Antriebsleistungen zugleich wählbar veränderlich geliefert werden können. Die wählbar veränderlichen Antriebsleistungen werden der konstanten Antriebsleistung überlagert, so daß die resultierende Antriebsleistung in dem Male bereitgestellt ist, um zwischen den Walzenpaaren eine Synchronisierung der Drehzahlverhältnisse zu ermöglichen. Diese Einstellung der erforderlichen, resultierenden Antriebsleistung gegenüber einem Walzenpaar erfolgt somit automatisch.

Die gesamte Antriebsleistung gegenüber den Walzenpaaren eines Streckwerkes ist zwischen einem Hauptmotor und mehreren Steuer-Servomotoren partiell aufgeteilt. Die Aufteilung der Antriebsleistung erfolgt so, daß der Hauptmotor eine konstante Antriebsleistung liefert, die den größeren Anteil der gesamten Antriebsleistung darstellt. Alle Steuer-Servomotoren, die die wählbar veränderliche Antriebsleistung erbringen, erbringen zusammen den geringeren Anteil der gesamten Antriebsleistung.

Da die Antriebsleistung im physikalischen Zusammenhang zu Drehzahl und Drehmoment steht, kann insbesondere über die Drehzahländerung auf Störungen des Verzugs reagiert werden, so daß mittels Drehzahländerung am entsprechenden Walzenpaar die erforderlichen Drehzahlverhältnisse zwischen den Walzenpaaren eingehalten werden können.

Nach dem Verfahren werden auch stets zwei Drehzahlen überlagert, so daß die resultierende Drehzahl dem jeweiligen Walzenpaar übertragen wird. Verfahrensgemäß wird das Grunddrehzahlverhältnis der einzelnen Walzenpaare zueinander durch die Wahl der mechanischen Übersetzungen vom Hauptmotor zum Antriebsrad des Planeten- bzw. Zykloidengetriebes oder durch die Übersetzung innerhalb des Getriebes festgelegt.

Durch die Änderung der Drehzahlen und/oder der Drehrichtungen der Steuer-Servomotoren an den einzelnen Walzenpaaren wird deren Grunddrehzahl durch eine abgesenkte oder erhöhte Drehzahl des Servomotors überlagert, so daß am Walzenpaar eine resultierende Drehzahl wirkt. Auf diese Weise ist es möglich, Abweichungen zwischen den Drehzahlverhältnissen automatisch zu korrigieren und auf das gewünschte Drehzahlverhältnis wieder einzustellen.

Das Übersetzungsverhältnis des Planeten- bzw. Zykloidengetriebes wird so festgelegt, daß der Stellbereich des Servomotors ein Vielfaches des Stellbereiches der Abtriebsdrehzahl des genannten Getriebes ist. Es wird somit erreicht, daß die Genauigkeit der Drehzauflösung des Servomotors proportional schlechter sein kann, ohne daß die Gesamtgenauigkeit der Drehzahlstellung leidet. Es ergibt sich der Vorteil, daß ein Servomotor mit schlechterer Auflösung der Drehzahlgenau-

igkeit verwendet werden kann. Das wirkt sich kostengünstig auf das Antriebskonzept aus, ohne daß die Gesamtgenauigkeit darunter leidet. Das Übersetzungsverhältnis des Planeten- bzw. Zykloidengetriebes ist so festgelegt, daß die Auflösung der Genauigkeit für das Stellsignal des Servomotors im proportionalen Verhältnis schlechter sein darf, als bei Einzelantrieben, ohne daß die Gesamtgenauigkeit darunter leidet. Das trifft auch zu für die Genauigkeit des Sollwertes.

Das Übersetzungsverhältnis des Planeten- bzw. Zykloidengetriebes ist weiterhin so festgelegt, daß Laständerung oder schnelle Laständerung eine zum Übersetzungsverhältnis proportional verringerte Rückwirkung auf die Drehzahl des Servomotors haben. Es ergibt sich daraus der Vorteil, daß weniger dynamische Servomotoren und somit kostengünstigere Servomotoren eingesetzt werden können.

Ein erfinderisches Merkmal der Vorrichtung ist, daß die mechanische Getriebekopplung aller Walzenpaare untereinander zugleich gekoppelt ist mit Einzelantrieben für alle Walzenpaare.

Vorrichtungsgemäß ist jedes Walzenpaar bzw. der Drehteller und der Kantteller mit der Abtriebswelle des entsprechenden Planeten- bzw. Zykloidengetriebes gekoppelt. Dagegen sind die entsprechenden Antriebswellen der Planeten- bzw. Zykloidengetriebe mit einem einzelnen, zentralen Hauptmotor verbunden. Die Welle für das Sonnenrad der Planeten- bzw. Zykloidengetriebe ist jeweils mit einem separaten Antrieb verbunden. Der separate Antrieb kann ein Servomotor sein, der entsprechend seiner Funktion in der Vorrichtung als Steuer-Servomotor arbeitet. Ein Signal von einer Regulierung zur Faserbanddicke kann ein Stellsignal für den jeweiligen Steuer-Servomotor auslösen. Der Steuer-Servomotor kann daraufhin Drehzahl- und/oder Drehrichtung ändern.

Durch die Vorrichtung wird das Grunddrehzahlverhältnis der einzelnen Walzenpaare zueinander festgelegt. Die Festlegung erfolgt durch die Wahl der mechanischen Übersetzungen vom Hauptmotor zum Antriebsrad des Planeten- bzw. Zykloidengetriebes oder der Übersetzung innerhalb des Getriebes.

Der Stellbereich der Grunddrehzahlverhältnisse wird von den Steuer-Servomotoren verwirklicht. Das hat den Vorteil, daß jeder Servomotor in seinem full scale Bereich arbeiten kann. Die exakte Grundübersetzung wird durch die Auslegung des mechanischen Übertriebes gelöst, die präzise Synchronität ist gewährleistet.

Das hat den Vorteil, daß auch bei Drehzahleinbrüchen oder Laststößen das eingestellte Drehzahlverhältnis erhalten bleibt, da sich die Störung auf alle Walzenpaare gleichzeitig und in gleichem Male auswirkt.

Ein weiteres Merkmal ist, daß der Hauptmotor die zu leistende Grundlast zum Betrieb des Streckwerkes erbringt, wobei die Grunddrehzahlverhältnisse mechanisch vorgegeben sind. Die Servomotoren mit ihrer wesentlich geringeren Antriebsleistung werden benutzt, um

- Drehzahleinbrüche sofort präzise auszugleichen,
- das Grunddrehzahlverhältnis in relativ weiten Grenzen stufenlos verstellbar und fixierbar zu machen.

Da jedes Planeten- oder Zykloidengetriebe einen eigenen Servomotor besitzt, wird die Antriebsleistung jedes einzelnen Walzenpaares gestaffelt in eine Antriebs-

leistung, die der Hauptmotor leistet und einen Anteil, den der Servomotor des Planeten- oder Zykloidengetriebes zu leisten hat. Das hat spürbar günstige Auswirkungen auf die Dimensionierung und die Kostensituation der ein zusetzenden Elektromotoren. Der Leistungsanteil für den Servomotor wird relativ gering im Vergleich zum Hauptmotor, wobei der Hauptmotor ein Asynchronmotor sein kann. Der benötigte Servomotor ist deshalb (auch im Vergleich zur klassischen "elektrischen Welle") äußerst kostengünstig und führt zu einer Kostenreduzierung beim Antrieb des Streckwerkes.

Infolge der Kopplung der Servomotoren mit den Planeten- bzw. Zykloidengetriebe werden geringere dynamische Anforderungen an die Servomotoren notwendig, da Laststöße von der Trägheitsmasse des Planeten- bzw. Zykloidengetriebes abgefangen werden. Die Kosten für die erforderlichen Planeten- bzw. Zykloidengetriebe können ebenfalls gering gehalten werden, da die zu übertragenden Leistungen relativ klein sind und der Markt sehr preisgünstige und trotzdem robuste und betriebssichere Getriebe mit hohem Wirkungsgrad anbietet.

Durch die Untersetzung der Drehzahl des Servomotors zur Abtriebsdrehzahl des Planeten- bzw. Zykloidengetriebes wird die Auflösung verbessert, d. h. Drehzahlfehler, Überschwinger, Welligkeiten usw. der Servomotor-Drehzahl werden entsprechend dem Übersetzungsverhältnis abgeschwächt. Dies führt zu einer hohen Präzision im Drehzahlverhalten, trotz Einsatz von Servomotoren geringer Genauigkeitsklasse.

Durch Einsetzen der Haltebremse an den Servomotoren, kann die Maschine mit Grundübersetzung auch dann noch betrieben werden, wenn der Servomotor fehlerhaft wäre. Durch die Bremse ist weiterhin eine mechanische Synchronität im Stillstand des Streckwerkes gegeben, wodurch z. B. Störungen in der Gleichmäßigkeit der Faserbänder durch Entspannen der gestreckten Faserverbände im Stillstand verhindert werden.

Die vorliegende Erfindung erbringt eine Kosteneinsparung und erhöht dennoch die Präzision im Drehzahlverhältnis und garantiert eine hohe Betriebssicherheit. Durch die erreichbare Präzision der Synchronität im Drehzahlverhalten zwischen den Walzenpaaren kann der Automatisierungsgrad sehr weit getrieben werden, beispielsweise ist an einer Strecke ein Verzug problemlos einstellbar bei dem das Drehzahlverhältnis zweier aufeinanderfolgender Walzenpaare sehr gering ist.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und im folgenden näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 Vorrichtung zur automatischen Verzugseinstellung an einem Streckwerk

Fig. 2 einzelnes Planeten- bzw. Zykloidengetriebe.

Es folgt die Erläuterung der Erfindung anhand der Zeichnungen nach Aufbau und nach Wirkungsweise der dargestellten Erfindung. Der Verzug wird maßgeblich bestimmt durch die Drehzahlverhältnisse zwischen den Walzenpaaren eines Streckwerkes. Fig. 1 zeigt die Walzenpaare eines Streckwerkes. Das Faserband 4 wird vor dem Eingang des Streckwerkes durch das Tastwalzenpaar 49 hindurchgeführt. Das Tastwalzenpaar 49 ermittelt die Faserbanddicke. Nach der schematischen Darstellung gelangt das Faserband 4 zu dem Eingangswalzenpaar 1 weiter zu dem Mittelwalzenpaar 2 und dem Lieferwalzenpaar 3. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist immer nur die untere Walze dargestellt, die jeweils primär angetrieben wird. Die drei Walzenpaare (1, 2, 3) bilden ein Vorverzugsfeld und ein Hauptver-

zugsfeld. Das Faserband 4 wird weiter gefördert zu einem Kalandervalzenpaar 50, gelangt von dort in den Bandführungschanal 74 und wird über den Drehteller 51 in einer Kanne 55 abgelegt. Die Kanne 55 steht auf einem Kannenteller 75, der die Kanne um die eigene Achse dreht.

Für die Arbeitsweise des Streckwerkes sind die Drehzahlverhältnisse zwischen Eingangswalzenpaar 1 und Mittelwalzenpaar 2 sowie zwischen Mittelwalzenpaar 2 und Lieferwalzenpaar 3 entscheidend. In diesem Zusammenhang müssen aber auch die Drehzahlverhältnisse gewährleistet sein zwischen Tastwalzenpaar 49 und Eingangswalzenpaar 1 sowie das Drehzahlverhältnis zwischen Lieferwalzenpaar 3 und Kalandervalzenpaar 50. Auch das Drehzahlverhältnis des Drehtellers 51 bzw. des Kannentellers 75 zum Kalandervalzenpaar 50 ist zu beachten.

Ein Hauptmotor 5, der ein kostengünstiger Drehstrom-Asynchronmotor sein kann, liefert über Stufenscheibe 56, Riemen 58 und Stufenscheibe 57 seine Antriebsleistung auf die Welle 18. Auf der Welle 18 sind die Riemenscheiben 19, 20, 21, 22, 23, 24 angeordnet. Über die Riemen 67, 68, 69, 70, 71, 72 wird die Antriebsleistung weiter auf die Riemenscheiben 25, 26, 27, 28, 29 und 30 geliefert. Letztere Riemenscheiben sind auf der Antriebswelle der Planeten- bzw. Zykloidengetriebe befestigt. Die entsprechenden Einzelheiten dazu zeigt Fig. 2. Fig. 2 ist ein Detailausschnitt aus Fig. 1 und zeigt, daß die Antriebsleistung über den Riemen 67 auf die Riemenscheibe 25 übertragen wird, die mit der Antriebswelle des Planeten- bzw. Zykloidengetriebes 12 gekoppelt ist. Die Antriebswelle ist im vorliegenden Fall die Stegwelle 66. Die Stegwelle 66 überträgt die Antriebsleistung über die Zahnräder auf die Abtriebswelle 31. Auf der Abtriebswelle 31 ist die Riemenscheibe 59 befestigt, die über den Riemen 37 die Antriebsleistung weitergibt auf Riemenscheibe 43, wobei deren Welle mit dem Tastwalzenpaar 49 gekoppelt ist. Der Steuer-Servomotor 6 ist mit der Welle des Sonnenrades 65 gekoppelt, so daß die Antriebsleistung des Steuer-Servomotors 6 der Antriebsleistung, die von der Antriebswelle 66 kommt, überlagert werden kann. Fig. 2 zeigt, daß insbesondere die über den Riemen 67 auf die Antriebswelle 66 gelieferte Drehzahl überlagert werden kann durch die Drehzahl des Steuer-Servomotors 6, die über die Welle des Sonnenrades 65 geliefert wird. An der Abtriebswelle 31 wird eine resultierende Drehzahl abgenommen. Der Steuer-Servomotor 6 kann nicht nur seine eigene Drehzahl kontinuierlich ändern, sondern er kann auch die Drehrichtung ändern. Dies macht sich in einer Drehzahlerhöhung oder Drehzahlverringerung an der Abtriebswelle 31 bemerkbar.

Dieses Prinzip gilt auch in der Funktionsweise zwischen Steuer-Servomotor 7 und Planeten- bzw. Zykloidengetriebe 13, zwischen Steuer-Servomotor 8 und Planeten- bzw. Zykloidengetriebe 14, zwischen Steuer-Servomotor 9 und Planeten- bzw. Zykloidengetriebe 15, zwischen Steuer-Servomotor 10 und Planeten- bzw. Zykloidengetriebe 16 und zwischen Steuer-Servomotor 11 und Planeten- bzw. Zykloidengetriebe 17.

Folglich wird die Antriebsleistung auch übertragen von den Riemenscheiben 60, 61, 62, 63 und 64, über die Riemen 38, 39, 40, 41 und 42. Von den Riemenscheiben 44, 45, 46 erfolgt die Übertragung weiter auf das Eingangswalzenpaar 1, das Mittelwalzenpaar 2 und das Lieferwalzenpaar 3.

Von der Riemenscheibe 48 wird die Antriebsleistung auf das Kalandervalzenpaar 50 übertragen. Die Rie-

menscheibe 47 überträgt die Antriebsleistung auf ein Riemenrad 52, wobei über den Riemen 73 der Drehteller 51 angetrieben wird. Zugleich wird über das Getriebe 53 und ein Getriebe 54 der Kannenteller 75 um seine Achse gedreht, so daß die Kanne 55 um ihre eigenen 5 Achse rotiert.

Die gesamte Antriebsleistung gegenüber den dargestellten Walzenpaaren eines Streckwerkes ist zwischen einem Hauptmotor 5 und mehreren Steuer-Servomotoren 6, 7, 8, 9, 10, 11 parziell aufgeteilt. Die Aufteilung der 10 Antriebsleistung erfolgt so, daß der Hauptmotor 5 eine konstante Antriebsleistung liefert, die den größeren Anteil der gesamten Antriebsleistung darstellt. Die Steuer-Servomotoren 6, 7, 8, 9, 10 und 11, die die wählbar veränderliche Antriebsleistung erbringen, erbringen zusammen 15 den geringeren Anteil der gesamten Antriebsleistung.

Das hat spürbar günstige Auswirkungen auf die Dimensionierung und die Kostensituation der einzusetzenden Elektromotoren. Der Leistungsanteil für die 20 Servo-Motoren 6, 7, 8, 9, 10 und 11 wird relativ gering im Vergleich zum Hauptmotor 5. Die benötigten Servo-Motoren sind deshalb (auch im Vergleich zur klassischen "elektrischen Welle") äußerst kostengünstig und führen zu einer Kostenreduzierung für den Antrieb des 25 Streckwerkes.

Infolge der Kopplung der Servo-Motoren 6, 7, 8, 9, 10, 11 mit den Planeten- bzw. Zykloidengetriebe 12, 13, 14, 15, 16, 17 werden geringere dynamische Anforderungen an den einzelnen Servo-Motor notwendig, da Laststöße 30 von der Trägheitsmasse des jeweiligen Planeten- bzw. Zykloidengetriebes abgefangen werden. Die Kosten für die erforderlichen Planeten- bzw. Zykloidengetriebe 12, 13, 14, 15, 16, 17 können ebenfalls gering gehalten werden, da die zu übertragenden Leistungen relativ klein 35 sind und der Markt sehr preisgünstige und trotzdem robuste und betriebssichere Getriebe mit hohem Wirkungsgrad anbietet.

Wie Fig. 1 weiterhin zeigt, wird der Stellbereich des Grundverzuges über die Steuer-Servomotoren 7, 8, 9 in 40 Verbindung mit den Planeten- bzw. Zykloidengetriebe 13, 14 und 15 extern verwirklicht. Die Servo-Motoren greifen steuernd ein und werden deshalb als Steuer-Servomotoren bezeichnet. Diese Gestaltung des Stellbereiches hat den Vorteil, daß jeder Servomotor in seinem 45 full scale Bereich arbeiten kann. Die exakte Grundübersetzung wird durch die Auslegung des mechanischen Übertriebes gelöst. Das wiederum hat den Vorteil, daß auch bei Drehzahlbrüchen oder Laststößen das eingestellte Drehzahlverhältnis erhalten bleibt, da sich die 50 Störung auf alle Walzenpaar gleichzeitig und in gleichem Maße auswirkt.

Wie Fig. 2 detailliert erkennen läßt, wird durch die Untersetzung der Drehzahl des Servo-Motors zur Abtriebsdrehzahl des Planetengetriebes die Auflösung verbessert; d. h. Drehzahlfehler, Überschwinger, Welligkeit 55 usw. der Drehzahl des Servo-Motors 6 werden entsprechend dem Übersetzungsverhältnis von 12 abgeschwächt. Dies führt zu einer hohen Präzision im Drehzahlverhältnis, trotz Einsatz von Servo-Motoren geringer 60 Genauigkeitsklasse.

Durch die erreichbare Präzision im Drehzahlverhalten zwischen den Walzenpaaren kann der Automatisierungsgrad sehr weit getrieben werden. Die Verstellbarkeit der Drehzahlen bzw. der Drehzahlverhältnisse der 65 Walzenpaare ist während des Betriebes automatisch möglich. Als vorteilhaft erweist sich auch die Tatsache, daß an der Strecke ein Verzug problemlos einstellbar

ist, bei dem das Drehzahlverhältnis zweier aufeinanderfolgender Walzenpaare sehr gering gehalten ist. Das war in der Vergangenheit unter anderem ein Problem.

Patentansprüche

1. Verfahren zur automatischen Einstellung der Drehzahlverhältnisse an einer Strecke, wobei die Antriebsleistung über Drehzahl und Drehmoment auf die Walzenpaare insbesondere des Streckwerkes wirkt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zu den Walzenpaaren einer Strecke und/oder Drehteller und/oder Kannenteller übertragene Antriebsleistung eine aus zwei partiell bereitgestellten Antriebsleistungen resultierende Antriebsleistung ist, wobei eine der Antriebsleistungen konstant geliefert wird und die andere Antriebsleistung zugleich wählbar veränderlich geliefert werden kann und die wählbar veränderliche Antriebsleistung der konstanten Antriebsleistung in dem Maß überlagert wird, daß gegenüber den Walzenpaaren und/oder Drehteller und/oder Kannenteller die Einstellung der Drehzahlverhältnisse automatisch erfolgt.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die gesamte Antriebsleistung gegenüber den Walzenpaaren (1, 2, 3, 49, 50) einer Strecke und/oder einem Drehteller (51) und/oder Kannenteller (75) zwischen einem Hauptmotor (5) und mehreren Steuer-Servomotoren (6, 7, 8, 9, 10, 11) partiell aufgeteilt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptmotor (5) eine konstante Antriebsleistung liefert, die der größere Anteil der gesamten Antriebsleistung ist.
4. Verfahren gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß alle Steuer-Servomotoren (6, 7, 8, 9, 10, 11), wählbar veränderliche Antriebsleistungen liefern, die zusammen den geringeren Anteil der gesamten Antriebsleistung bilden.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Grunddrehzahlverhältnis der einzelnen Walzenpaare (1, 2, 3, 49, 50) und/oder des Drehtellers (51) und/oder Kannentellers (75) zueinander durch die Wahl der mechanischen Übersetzungen vom Hauptmotor (5) zur Antriebswelle (66) aller Planeten- oder Zykloidengetriebe oder durch die Übersetzung innerhalb des Getriebes festgelegt ist.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß durch Änderung der Drehzahlen und/oder der Drehrichtungen der Steuer-Servomotoren (6, 7, 8, 9, 10, 11) die Drehzahlen der Walzenpaare (1, 2, 3, 49, 50) und/oder von Drehteller (51) und/oder Kannenteller (75) verändert werden können, so daß der Verzug automatisch einstellbar ist.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Übersetzungsverhältnis des Planeten- oder Zykloidengetriebes (12, 13, 14, 15, 16, 17) so gewählt ist, daß der Stellbereich des Steuer-Servomotors (6, 7, 8, 9, 10, 11) ein Vielfaches des Stellbereiches der Abtriebsdrehzahl ist, so daß die Genauigkeit der Drehzahlauflösung des Steuer-Servomotors proportional schlechter sein darf.
8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Übersetzungsverhältnis des Planeten- oder Zykloidengetriebes (12, 13, 14, 15, 16, 17) so gewählt wird, daß die Auflösung der Genau-

igkeit des Stellsignals für den Steuer-Servomotor proportional schlechter sein darf als bei ausschließlich motorischen Einzelantrieben.

9. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Übersetzungsverhältnis des Planeten- oder Zykloidengetriebes (12, 13, 14, 15, 16, 17) so gewählt ist, daß Laständerungen und/oder schnelle Laständerungen eine proportional zum Übersetzungsverhältnis verringerte Rückwirkung auf die Drehzahl des Steuer-Servomotors haben.

10. Vorrichtung zur automatischen Einstellung an einer Strecke mit Walzenpaaren sowie Drehteller und Kannenteller dadurch gekennzeichnet, daß jedes Walzenpaar (1, 2, 3, 49, 50) und/oder der Drehteller (51) und/oder der Kannenteller (75) mit der Abtriebswelle (31, 32, 33, 34, 35, 36) eines Planeten- oder Zykloidengetriebes (12, 13, 14, 15, 16, 17) verbunden ist, wobei die Antriebe der Planeten- oder Zykloidengetriebe mit einem einzelnen zentralen Hauptmotor (5) verbunden sind und die Wellen des Sonnenrades vom Planeten- oder Zykloidengetriebe jeweils mit einem separaten Motor gekoppelt sind.

11. Vorrichtung gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der separate Motor ein Steuer-Servomotor (6, 7, 8, 9, 10, 11) ist.

12. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein Grunddrehzahlverhältnis der einzelnen Walzenpaare zueinander festgelegt ist durch die Wahl der mechanischen Übersetzung vom Hauptmotor (5) zur Abtriebswelle der Planeten- oder Zykloidengetriebe.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

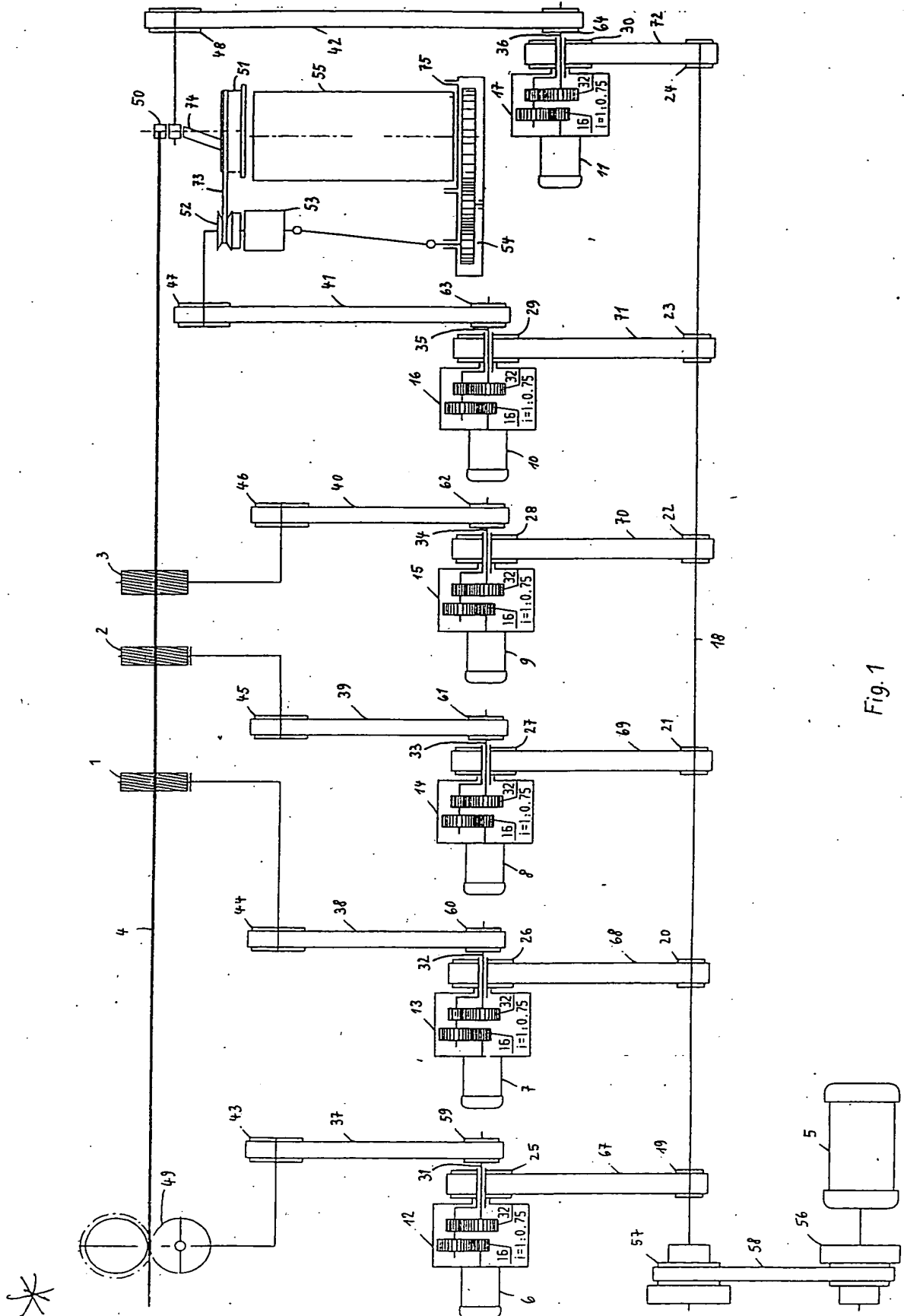


Fig. 1

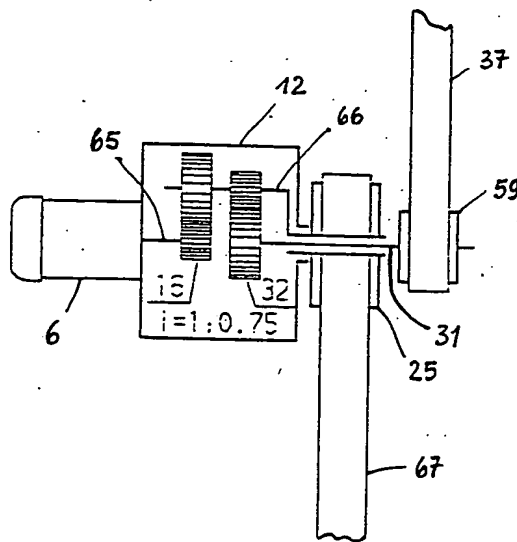


Fig. 2